Zeitgedächtnis und Alarmierung bei den Bienen.

Inaugural-Dissertation
zur
Erlangung der Doktorwürde
der
Hohen Naturwissenschaftlichen Fakultät
der
Ludwig-Maximilians-Universität
zu München

vorgelegt
am 15.IV.1939
von
Ilse K ö r n e r
aus Köln-Longerich

Berichterstatter: Professor Dr. K.von F r i s c h
Tag der mündlichen Prüfung: 11. Mai 1939

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

(Aus dem Zoologischen Institut der Universität München.)

ZEITGEDÄCHTNIS UND ALARMIERUNG BEI DEN BIENEN[1].

Von

Ilse Körner.

Mit 6 Textabbildungen.

(Eingegangen am 12. Oktober 1939.)

Inhaltsverzeichnis.

Seite

Einleitung 445
Methodik 446
I. Das Verhalten der Bienen bei Zeitdressur 447
A. Dressur auf eine Futterzeit am Tage 447
B. Dressur auf zwei Futterzeiten am Tage 450
C. Besprechung der Ergebnisse 453
D. Kontrollversuche an Normalstöcken 454
II. Das Verhalten der Bienen bei unregelmäßiger Fütterung 455
III. Alarmierungsversuche 456
Zusammenfassung 458

Einleitung.

Kleber (1935) beschreibt zum erstenmal den Fall, daß Bienen, die an eine bestimmte Futterzeit gewöhnt sind, bei künstlicher Verlängerung dieser Zeit nur noch vereinzelt das ihnen zur Verfügung stehende Futter einsammeln. Sie machte diese Beobachtung an etwa 15 gezeichneten Bienen, die jeden Morgen zu dem von 5.30 bis 10 Uhr blühenden Mohnbeet kamen, um Pollen zu sammeln, also auf diese Zeit dressiert waren. Nun wurde in mehreren Versuchen die Zeit der Pollendarbietung auf folgende Weise verlängert. Vor Einsetzen des Bienenfluges am Morgen wurde die Hälfte aller aufgeblühten Mohnblüten abgeschnitten und vor Bienenbesuch geschützt. Erst gegen Ende der normalen Pollendarbietungszeit wurden sie in Büscheln über das Beet verteilt aufgestellt. Es zeigte sich nun, daß während der normalen Trachtzeit in erster Linie solche Bienen verkehrten, die bereits auf diese Zeit dressiert waren (gezeichnete Bienen). Die meisten von ihnen stellten mit dem Ende der Dressurzeit ihre Tätigkeit ein. Nur wenige besuchten die nachher aufgestellten Mohnblüten. Zu ihnen gesellten sich trotz ihres ergiebigen Sammelns fast keine gezeichneten Bienen (also Angehörige der dressierten Schar), wohl aber ungezeichnete Sammler (Neulinge). Kleber schloß daraus, daß bei ergiebiger Tracht *nach* der Dressurzeit wohl *neue* Sammler alarmiert werden, daß aber die alten, auf Zeit dressierten Sammler außerhalb der Dressurzeit auf die Alarmierung nicht reagieren.

[1] D 19.

Das letztere schien jedoch nach früheren Versuchen und Beobachtungen wenig glaubhaft. Die alarmierende Wirkung der Tänze ist durchgreifend, ein Nichtansprechen auf den Kontakt mit einer Tänzerin deshalb unwahrscheinlich und auch biologisch nicht sinnvoll. Es war daher wünschenswert zu prüfen, ob die auf Zeit dressierten Bienen außerhalb der Dressurzeit tatsächlich auf Tänze von Stockgenossen nicht ansprechen oder ob ihr Fernbleiben in den KLEBERschen Versuchen eine andere Ursache hatte.

GERTRUD ERB hat sich im Münchner Zoologischen Institut mit dieser Frage befaßt und entdeckt, daß die zeitdressierten Bienen sich außerhalb der Dressurzeit auf vom Flugloch entfernte Wabenflächen zurückzuziehen pflegen, so daß eine Alarmierung dieser Bienen durch andere Sammlerinnen, die gewöhnlich nur auf der dem Flugloch zunächst gelegenen Wabe tanzen, wegen ihrer räumlichen Abgeschiedenheit nicht zustande kommt. Die Untersuchung blieb aus äußeren Gründen unvollendet. Es war meine Aufgabe, sie weiterzuführen und zum Abschluß zu bringen.

Herrn Prof. VON FRISCH danke ich herzlich für die Anregung und Leitung der Arbeit.

Methodik.

Zu meinen Versuchen benutzte ich hauptsächlich zwei Beobachtungsstöcke (v. FRISCH, 1923, Abb. A und B), einen großen mit sechs und einen kleineren mit vier Waben. Die Bienen — das sei hier noch einmal betont — verhielten sich in diesen Stöcken durchaus normal, sie trugen Nektar und Pollen ein, vermehrten sich und pflegten ihre Brut. Vor beiden Stöcken war eine Holzgalerie mit Glasfenstern angebracht, um die an- und abfliegenden Bienen, die alle diese Galerie passieren mußten, besser beobachten zu können. In dieser Galerie begann auch stets die Dressur.

Einige Bienen wurden dort an ein Uhrglas mit Honigwasser gewöhnt und gleich nach der bekannten Methode (v. FRISCH 1923) numeriert. Darauf wurde das Futterschälchen in kurzen Abständen ans Ende der Galerie gerückt und schließlich langsam zu dem etwa 10 m vom Stock entfernten feststehenden Futterplatz gebracht, wo es durch ein automatisches Futtergefäß (WAHL 1932) mit Zuckerwasser ersetzt wurde. Am Futterplatz wurde aus den fast immer reichlich eintreffenden Neulingen eine Schar von 20—40 Bienen gleichfalls numeriert. Dabei achtete ich natürlich darauf, daß nur solche Bienen, die wirklich zu dem Beobachtungsvolk gehörten, in die Schar aufgenommen wurden. Alle anderen und die später noch erscheinenden Neulinge wurden abgefangen. Damit die Bienen sich den Futterplatz leichter merken konnten, wurde stets auf einer farbigen, für die Bienen gut sichtbaren Unterlage gefüttert und meistens auch noch ein bestimmter Duftstoff (Verbenaöl, Fenchelöl, Linalool, Anisöl, Anthranilsäuremethylester) hinzugefügt.

Die Glasscheiben des Beobachtungsstockes waren mit einem Quadratnetz versehen, das, in verkleinertem Maßstab auf Millimeterpapier übertragen, erlaubte, den jeweiligen Aufenthaltsort einer jeden numerierten Biene genau aufzuzeichnen. Die Wabenflächen wurden fortlaufend numeriert, und zwar auf der rechten Seite am Flugloch beginnend.

(S. die Protokolle.) „Die Bienen befinden sich auf den Wabenflächen I und Ia" bedeutet also: sie sitzen auf beiden Seiten der untersten, vorderen Wabe, die direkt vom Flugloch aus betreten wird.

War eine Schar mehrere Tage lang um die gleiche Zeit an ihrem Futterplatz gefüttert worden, so daß man annehmen konnte, sie sei nun auf diese Zeit dressiert, so wurde ein Beobachtungstag eingelegt. An diesem Tag wurde nicht gefüttert, sondern ununterbrochen von morgens bis abends am Futterplatz beobachtet, welche Bienen am leeren Futtergefäß nachsuchten und um welche Zeit sie kamen. Das Ergebnis des Beobachtungstages wurde in der gleichen Art wie bei Beling (1929) aufgezeichnet. War das Ergebnis zufriedenstellend, d. h. lag das Maximum des Bienenbesuchs innerhalb der Dressurzeit oder kurz davor, so konnte mit Alarmierungsversuchen begonnen werden.

Diese gingen so vor sich, daß zu einer für die dressierten Bienen ungewohnten Zeit (also außerhalb der Dressurzeit) am gewohnten Futterplatz Zuckerwasser aufgestellt wurde. Ein Beobachter am Futterplatz führte Buch über die Nummern und die Zeit des An- und Abflugs der dort verkehrenden Bienen, während ein zweiter Beobachter auf die Vorgänge im Innern des Stockes achtete und diese ebenfalls mit genauen Zeitangaben niederschrieb. Einige Zeit nach der Öffnung des Beobachtungsstockes liefen die Bienen, die einen Ausgang suchten, immer an der Glaswand hinauf und hinderten so den Einblick in den Stock. Diese Störung konnte aber leicht dadurch behoben werden, daß ein schwarzes Tuch vor die Glasscheiben gehängt wurde, unter das der Beobachter seinen Kopf steckte, ähnlich wie der Photograph beim Einstellen auf der Mattscheibe.

Bei den zu Kontrollversuchen benutzten Normalstöcken handelte es sich um einen Stock mit Warmbau und einen mit Kaltbau. Der Warmbau hatte anfangs noch ein Bodenbrett zwischen Stockboden und Waben, das später entfernt wurde, weil die gezeichneten Bienen sich unter diesem Brett aufzuhalten pflegten, so daß man sie nicht sehen konnte. Die Dressur ging bei diesen Stöcken genau so vor sich wie bei den Beobachtungsstöcken. Nur wurden größere Scharen von ungefähr 80 Bienen gezeichnet. An verschiedenen Tagen der Dressur wurde der Stock geöffnet und der Aufenthaltsort der dressierten Bienen aufgezeichnet.

I. Das Verhalten der Bienen bei Zeitdressur.

A. Dressur auf eine Futterzeit am Tage.

Versuche am großen Beobachtungsstock, Blau als Merkfarbe, Linalool als Dressurduft. *Dressurzeit: 10—13 Uhr.*

Am 5. 7. 38 wurde eine aus 32 Bienen bestehende Schar zum erstenmal während der zukünftigen Dressurzeit von 10—13 Uhr gefüttert. In den ersten Dressurtagen ist noch keine Regelmäßigkeit im Verhalten festzustellen. Die numerierten Bienen sind dauernd unruhig und verlassen kaum die Fluglochwabe, auf der die Sammlerinnen das eingetragene Futter an ihre Stockgenossen abgeben und wo sich auch die Tänze abspielen. Am vierten Dressurtag aber beginnen sie sich nach der Futterzeit von der Fluglochwabe zurückzuziehen. Während die Schar um 10 Uhr, unmittelbar vor Beginn der Fütterung, auf der an das Flugloch grenzenden

Wabenfläche versammelt (Abb. 1a) oder bereits ausgeflogen ist, ist sie um 17.30 Uhr, also $4^1/_2$ Stunden nach dem Ende der Fütterung, weit über die Waben zerstreut (Abb. 1b). Die Bienen sitzen zu dieser Zeit ruhig, einige sogar vollkommen unbeweglich, manche seitlich an die Wabenrähmchen gedrückt oder an den Scheiben, den Rücken der Wabe

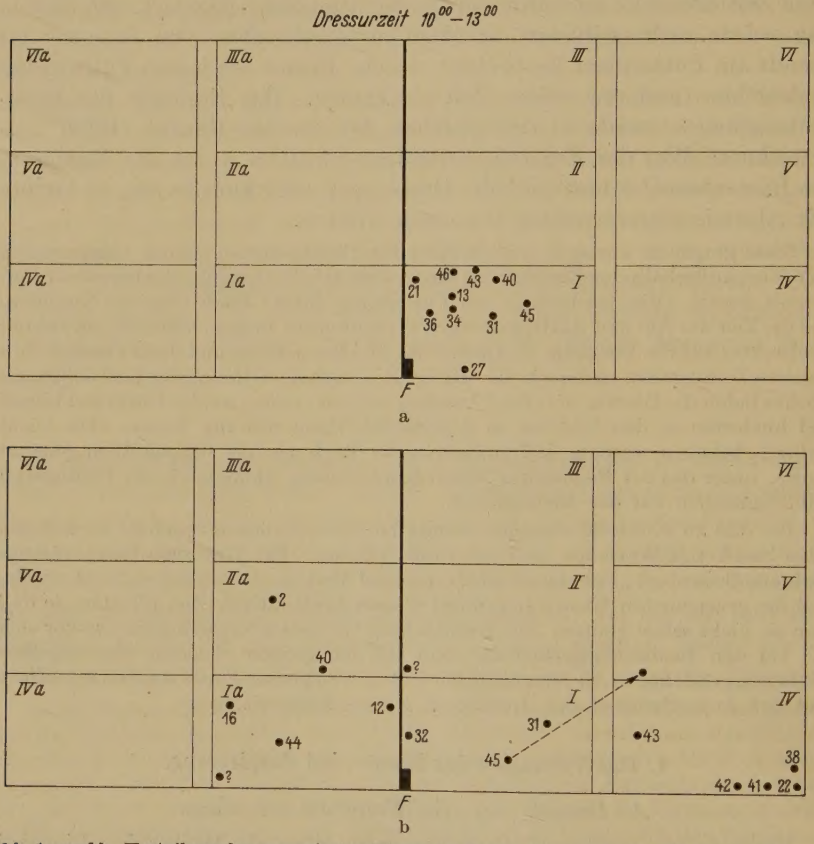

Abb. 1a und b. Verteilung der numerierten Bienen im Beobachtungsstock bei Dressur auf eine Zeit am Tage. I—VI sind die Waben von der einen Seite, Ia—VIa dieselben Waben von der anderen Seite gesehen. Die punktierte Linie der Abb. b bedeutet, daß die Biene N. 45 während der Protokollaufnahme ihren Standort in der angegebenen Weise verändert hat. a) unmittelbar vor der Fütterung, b) $4^1/_2$ Stunden nach dem Ende der Fütterung 17.30 Uhr. *F* Flugloch.

zugekehrt, so daß ihre Nummern nur schwierig oder gar nicht zu erkennen sind. In starkem Gegensatz dazu steht das Gewimmel der übrigen Bienen, die noch eifrig zum Sammeln fliegen, weil die Linde blüht.

Die Dressur wurde dann durch zwei Regentage unterbrochen, und auch an den folgenden Tagen konnte nur mit Unterbrechungen oder während eines leichten Regens, der den Flug allerdings kaum beeinträchtigte,

gefüttert werden. Als Dressurtage wurden nur die Tage mit ordnungsgemäßer Dressur gerechnet. An den zwei letzten Tagen war das Wetter wieder schön. Vom fünften Dressurtrag an zeigen sämtliche Protokolle deutlich das Sammeln der dressierten Bienen auf der Fluglochwabe vor der Futterzeit und den nach der Fütterung regelmäßig

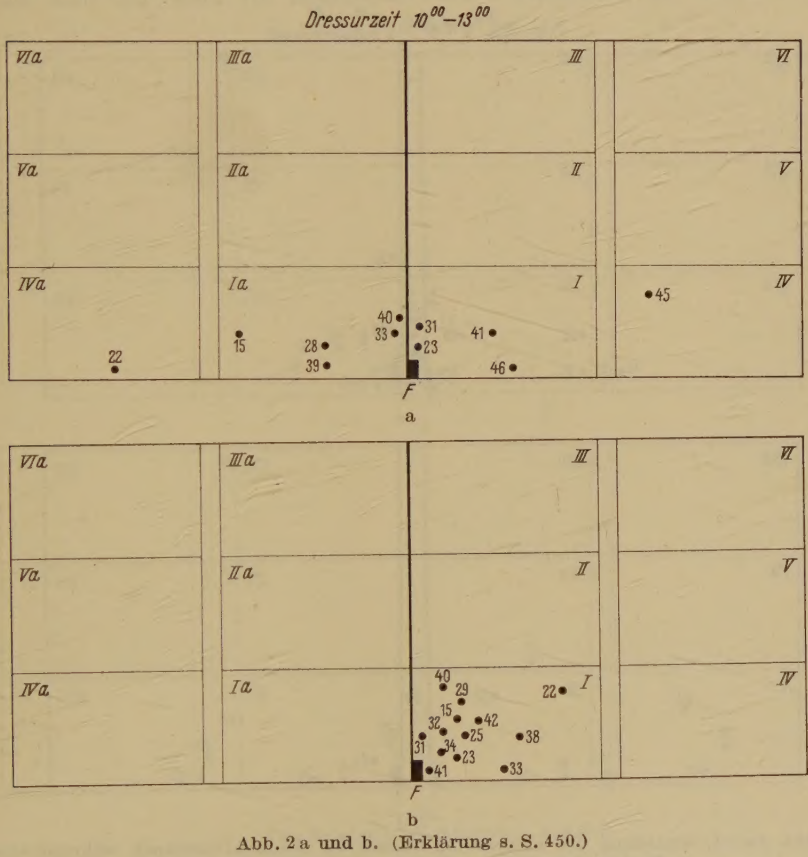

Abb. 2a und b. (Erklärung s. S. 450.)

folgenden Rückzug. Dabei haben einige aus der Schar ihren Stammplatz, den sie fast stets zur Ruhezeit aufsuchen.

Nach 8tägiger Dressurdauer wurde ein Beobachtungstag (ohne Fütterung) eingeschaltet. Das Ergebnis war gut, die Zeitdressur saß. Der Bienenbesuch stieg in den Morgenstunden stark an und erreichte in der Zeit von 9.30—10 Uhr seinen Höhepunkt. Er blieb in der ersten Stunde der Dressurzeit noch sehr stark. Nachmittags kamen nur noch vereinzelte Bienen. Über das Verhalten der Bienen im Stock am Beobachtungstag geben die Abb. 2a—d und die folgenden Angaben Aufschluß: Um 7.25 Uhr sind die gezeichneten Bienen meist noch in ihrer

Ruhestellung (Abb. 2a), um 8 Uhr werden sie bereits unruhig und kommen nach vorn auf die erste Wabenseite. Um 9.15 Uhr sind alle ausnahmslos auf der Wabenfläche I versammelt (Abb. 2b), ebenso um 11 Uhr und ähnlich auch noch gegen 12 Uhr. Ab 13.20 Uhr fangen sie an, sich zu verteilen (Abb. 2c), um 14.20 Uhr sind sie schon weit zerstreut (Abb. 2d), und um

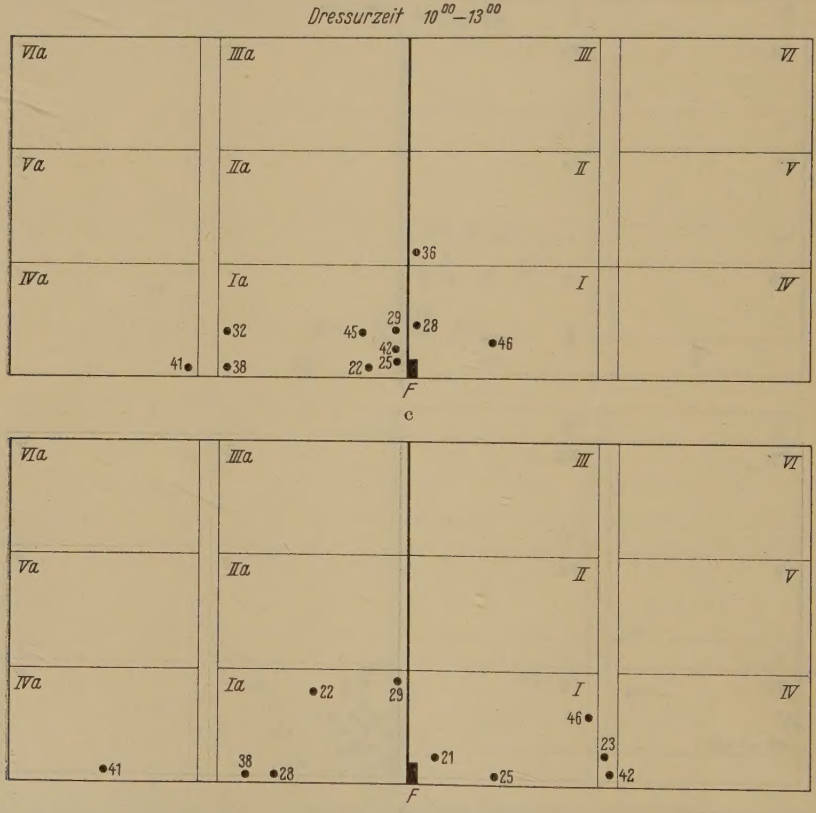

Abb. 2a—d. Verteilung der numerierten Bienen im Beobachtungsstock während eines Beobachtungstages. a 7.25; b 9.15; c 13.20 d 14.20 Uhr.

15.20 Uhr ist die Vorderseite der Fluglochwabe mit einer Ausnahme frei von gezeichneten Bienen.

Diese Beobachtungen werden durch eine Reihe weiterer gleichartiger Versuche mit verschiedener Dressurzeit und an verschiedenen Völkern bestätigt.

B. Dressur auf zwei Futterzeiten am Tage.

Versuch am großen Beobachtungsstock, Gelb als Merkfarbe.

Die Dressurzeiten waren morgens von 8.30—10 Uhr und nachmittags von 16—17.30 Uhr. Die Bienen merkten sich die beiden Zeiten sehr

rasch. Schon am dritten Tag der Dressur war deutlich, daß die gezeichneten Bienen sich einige Zeit nach der Beendigung der Morgenfütterung vom Flugloch zurückziehen. Um 16 Uhr, also zu Beginn der zweiten Futterzeit, sitzt aber alles wieder in der Nähe des Flugloches. Dieses Verhalten steigert sich noch in den nächsten Tagen. So sind morgens um 8.25 Uhr, kurz vor Beginn der ersten Futterzeit, alle numerierten

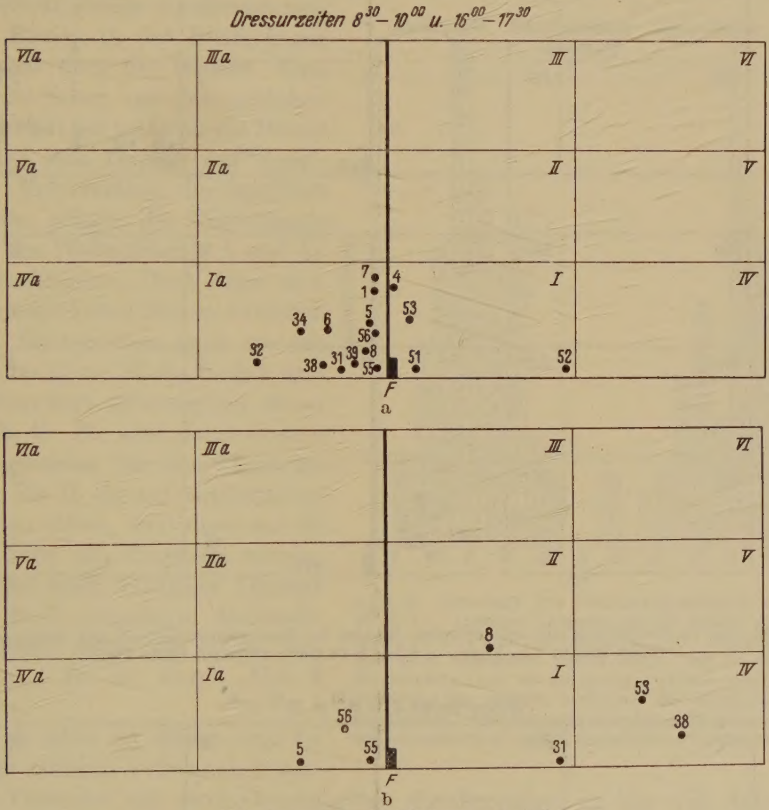

Abb. 3a und b. (Erklärung s. S. 452.)

Bienen nahe am Flugloch versammelt, wenn auch zum größeren Teil auf der abgewandten Seite der Fluglochwabe (Abb. 3a). Um 11 Uhr, eine Stunde nach dem Ende der Fütterung, haben sich alle dressierten Bienen (mit Ausnahme von zweien) auf die Wabenfläche Ia zurückgezogen. Sie fangen bereits an, sich auf dieser Wabe zu verteilen. Gegen 12 Uhr ist die Verteilung so weit fortgeschritten, daß auf der Wabenfläche I nur mehr eine gezeichnete Biene ganz unten in der Ecke sitzt, die übrigen sind, sofern man sie überhaupt erkennen kann, auf den angrenzenden Waben verteilt (Abb. 3b). Um 13 Uhr ist das Bild vollkommener Zurückgezogenheit erreicht, die gezeichneten Bienen sitzen sämtlich an dem äußersten

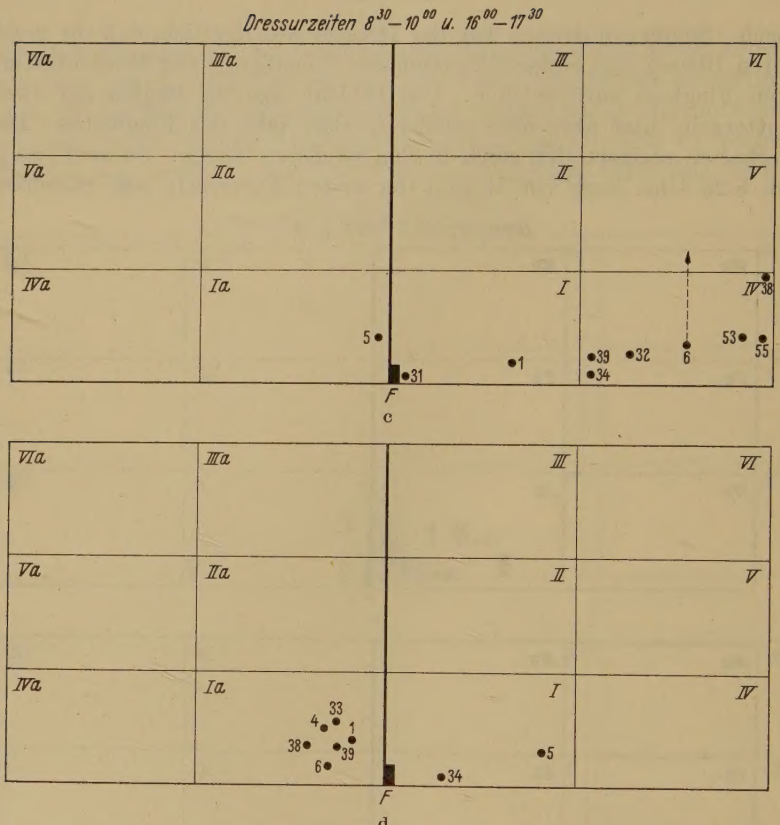

Abb. 3a—d. Verteilung der numerierten Bienen im Beobachtungsstock bei Dressur auf zwei Zeiten am Tage. a 8.25; b 12.00; c 14.00; d 16.00 Uhr.

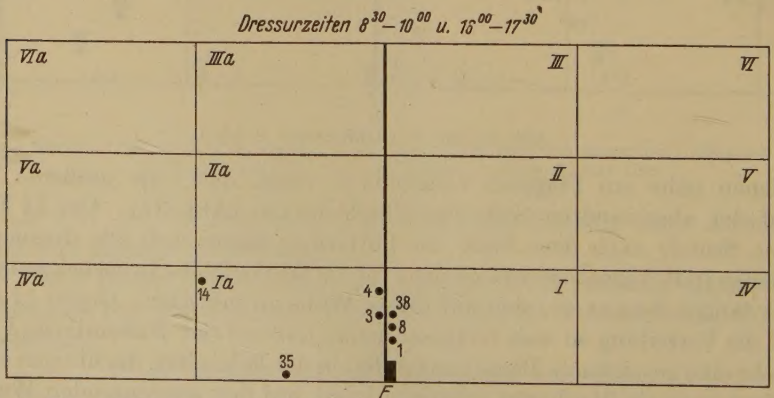

Abb. 4. Eine andere Form des Zurückziehens: die dressierten Bienen bleiben während der Futterpause auf der Fluglochwabe, sitzen dort aber dicht an die Ränder gedrückt. Zeit: 12.25 Uhr.

Rand der Wabenflächen und verhalten sich ruhig und unbeweglich. Um 14 Uhr ist bereits eine Auflockerung zu bemerken (Abb. 3c), einzelne Bienen bewegen sich wieder, gegen 15 Uhr sind sie mit einer einzigen Ausnahme alle wieder auf den Wabenflächen I und Ia und um 16 Uhr endlich, unmittelbar vor Beginn der zweiten Fütterung, noch mehr in der Nähe des Fluglochs versammelt (Abb. 3d).

Nicht immer verstreuen sich die Bienen in der Futterpause so weit über die Waben. Eine andere Schar aus dem gleichen Volk, mit der mehr als ein Monat später eine Dressur auf dieselben Futterzeiten durchgeführt wurde, pflegte die Futterpause auf den Wabenflächen I und Ia zu verbringen. Doch zogen sich die numerierten Bienen zwischen den Futterzeiten ganz an die Ränder dieser Wabe zurück und blieben dort unbeweglich sitzen (Abb. 4). Sie sind dann ebenso unerreichbar für die Tänzerinnen, als ob sie auf entfernteren Waben säßen, weil diese nur in der Nähe des Fluglochs tanzen.

Der nach 11tägiger Dressur am 27. 7. eingelegte Beobachtungstag hatte ein gutes Ergebnis. Es sei durch Abb. 5 belegt.

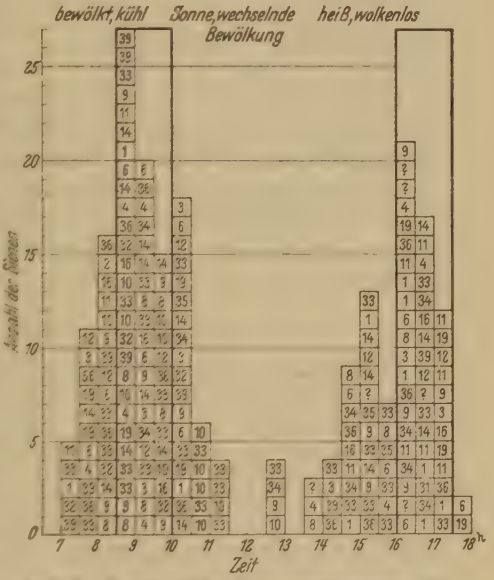

Abb. 5. Ergebnis des Beobachtungstages am 27. 7. 37. 11tägige Dressur auf die Zeiten von 8.30—10 Uhr und von 16—17.30 Uhr. Dressurzeit dick umrandet. Jede Biene, die an den Futterplatz kam, ist durch ein Quadrat wiedergegeben, die Ziffern bedeuten die Nummern der Bienen. Die Besuche sind für je 30 Minuten zusammengefaßt und übereinander aufgetragen.

Ich habe an diesem und an einem anderen Volk noch 5 weitere Versuche mit zwei Dressurzeiten durchgeführt; es hat sich dabei nichts wesentlich Neues ergeben, sondern nur das oben geschilderte Ergebnis bestätigt.

C. Besprechung der Ergebnisse.

Zusammenfassend läßt sich sagen, daß die Bienen sich schon nach kurzer Zeit an eine Dressur gewöhnen. Das kommt dadurch zum Ausdruck, daß sie sich nach der Fütterung vom Flugloch entfernen, irgendeinen Ruheplatz aufsuchen, den sie nur selten und dann langsam und zögernd verlassen, und sich erst einige Zeit, etwa eine halbe Stunde vor der nächsten Futterzeit wieder in der Nähe des Fluglochs sammeln. Es kam zwar nur in einem Teil der Versuche vor, daß sie die dem Flugloch zunächst gelegene Wabe ganz verließen und sich auf entferntere Waben-

flächen zurückzogen; oft hielten sie sich auf dieser Wabe auf, verkrochen sich aber an die äußersten Ränder und blieben dort ruhig sitzen. Manchmal verfielen sie dabei sogar in einen Zustand völliger Unbeweglichkeit. Da der Werbetanz wenigstens während der Haupttrachtzeit fast nur auf der Fluglochwabe, und zwar ziemlich in der Nähe des Fluglochs stattfindet, sind solche Bienen für die Tänzerinnen nicht erreichbar. Es kam nur sehr selten und meist am Anfang einer Dressur vor, daß auf eine bestimmte Zeit dressierte Bienen sich in der Zeit zwischen zwei Fütterungen nach einer anderen Futterquelle umsahen.

Der für die zeitdressierten Bienen typische Rhythmus „Sammeln-Zurückziehen" oder anders ausgedrückt „Bewegung-Ruhe" steht in einem gewissen Gegensatz zu dem üblichen Tagesrhythmus des ganzen Volkes, der von Ruhe am Morgen über lebhafte Bewegung während des Tages wieder zu Ruhe am Abend übergeht, und es sieht oft sonderbar aus, wenn mitten im geschäftigen Gewimmel eines Volkes während der besten Trachtzeit einige Bienen vollkommen ruhig abseits sitzen.

D. Kontrollversuche an Normalstöcken.

Die Anordnung der Waben in einem Beobachtungsstock weicht vom Wabenbau eines normalen Bienenstockes erheblich ab. Um zu erfahren, ob meine Feststellungen grundsätzlich auch für Normalvölker Geltung haben, wurden die folgenden Kontrollversuche durchgeführt.

Stock B. Warmbau (d. h. Waben parallel zur Fluglochwand).

Bei wiederholtem Nachsehen außerhalb der Dressurzeit zeigte sich, daß die Bienen als Ruheplatz die Wabengasse zwischen der ersten und zweiten Wabe bevorzugten. Einige saßen aber immer auf der dritten und vierten Wabe oder noch weiter hinten. Während der Fütterung dagegen waren die hinteren Waben stets vollkommen leer von gezeichneten Bienen, sie saßen dann ausnahmslos auf der ersten und zweiten Wabe. Genauere Feststellungen waren schwierig, da ja der Normalstock geöffnet und jede Wabe herausgenommen werden mußte, wobei die Bienen in Unruhe gerieten und viele ihren Platz verließen.

Bei einem anderen Volk, das bedeutend stärker war als das zuvor erwähnte, saßen die dressierten Bienen in der Pause zwischen zwei Fütterungen auf allen Waben des Stockes verstreut, während der Fütterung waren von 47 gezeichneten nur drei im Stock zu sehen, die übrigen befanden sich teils am Futterplatz, teils wahrscheinlich unter dem Bodenbrett, wo man sie nicht sehen konnte. Sie sind dann also viel näher am Flugloch als in der Futterpause.

Stock C. Kaltbau (d. h. Waben senkrecht zur Fluglochwand).

Das Verhalten der dressierten Bienen in einem solchen Stock zeigt am besten die Gegenüberstellung von zwei Protokollen.

Während der Fütterung konzentrieren sie sich hauptsächlich auf zwei Wabengassen (Abb. 6a). Einige, die gerade vom Futterplatz herein-

kommen, laufen am Boden in der Nähe des Fluglochs herum, sie sind auf der Abb. 6a nicht eingetragen.

Einige Zeit nach der Fütterung haben sich die gezeichneten Bienen vom Flugloch aus nach beiden Seiten zurückgezogen (Abb. 6b). In anderen Fällen war die Verteilung eine andere. Doch herrscht darin Übereinstimmung, daß sich die dressierten Bienen außerhalb der Dressurzeit

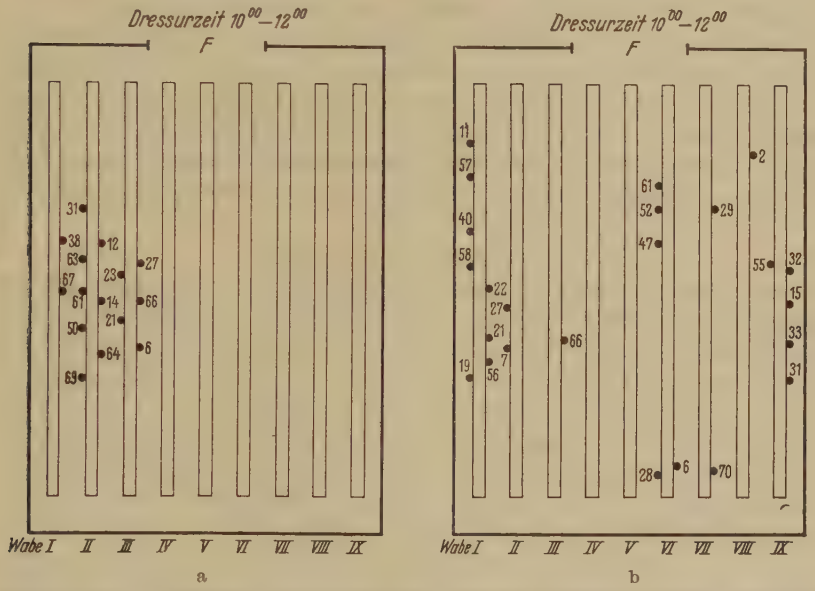

Abb. 6a und b. Verhalten der auf eine Zeit dressierten Bienen in einem Normalstock (Kaltbau). a) während der Fütterung, 11.45 Uhr; b) $5^1/_2$ Stunden nach dem Ende der Fütterung, 17.30 Uhr.

im Stock zerstreuen und in entlegenere Teile zurückziehen. Das gilt also nicht nur für Beobachtungsstöcke, sondern auch für normale Verhältnisse.

II. Das Verhalten der Bienen bei unregelmäßiger Fütterung.

Um sicher zu sein, daß das oben geschilderte Verhalten der zeitdressierten Bienen tatsächlich auf die Dressur zurückzuführen ist, fütterte ich zur Kontrolle eine Schar von numerierten und an einen bestimmten Futterplatz gewöhnten Bienen zu ganz verschiedenen Tageszeiten, entweder nur einmal oder mehrmals täglich, und beobachtete, ob sich ihr Verhalten im Stock von dem der zeitdressierten Bienen unterschied.

Versuch am kleinen Beobachtungsstock. Vom 10. 8. bis 15. 8. 37.

Die aus 18 gezeichneten Bienen bestehende Schar wurde zu verschiedenen Zeiten gefüttert, am ersten Tag von 13.15—14.15 Uhr und von 16 –16.40 Uhr, am zweiten Tag von 8.30—10 Uhr und von 11.15—12.15 Uhr, am dritten Tag von

8.30—9.30 Uhr und von 16.45—18 Uhr, am vierten Tag von 8.45—10 Uhr und von 11.40—13.55 Uhr und am fünften Tag von 9—10 Uhr, von 11.40—12.20 Uhr und von 16—18 Uhr.

Sämtliche Aufzeichnungen über das Verhalten der Bienen im Stock während der Futterpausen bieten das gleiche Bild. Die meisten zur Schar gehörigen Bienen befinden sich dauernd auf der dem Flugloch zugekehrten Seite der untersten vorderen Wabe, nur wenige sind auf der Rückseite dieser Wabe anzutreffen, alle sind sehr unruhig.

Drei in gleicher Weise durchgeführte Versuche am großen Beobachtungsstock hatten ein völlig entsprechendes Ergebnis. Die Bienen sind also, wenn sie nicht an eine bestimmte Zeit gewöhnt, sondern unregelmäßig gefüttert werden, in ständiger Bereitschaft und leicht erreichbar, wenn einer der oft ausfliegenden Kundschafter heimkehrt und durch Tanzen zu erkennen gibt, daß am Futterplatz etwas zu holen ist.

III. Alarmierungsversuche.

Zur Erklärung des merkwürdigen Umstandes, daß von zeitdressierten Bienen bei einer Fütterung zu ungewohnter Zeit nur wenige zum Futterplatz kommen, hatte Kleber — wie schon eingangs erwähnt wurde — angenommen, daß die Bienen sich durch keine noch so eifrige Tänzerin von der ihnen einmal eingeprägten Zeit abbringen ließen. Da, wie wir nun wissen, die dressierten Bienen sich in der Futterpause vom Flugloch entfernen, werden sie aber von den alarmierenden Tänzerinnen wahrscheinlich gar nicht erreicht; denn als „Tanzboden" dient eine sehr beschränkte Stelle des gesamten Wabenbaues.

Um zu entscheiden, ob sich dressierte Bienen außerhalb der Dressurzeit den Tänzen gegenüber tatsächlich refraktär verhalten oder nicht, machte ich Alarmierungsversuche mit genauer Beobachtung der Vorgänge im Innern des Stockes. Die Alarmierungsversuche wurden immer erst dann unternommen, wenn durch einen Beobachtungstag mit günstigem Ergebnis festgestellt worden war, daß die Dressur saß. Als Beispiel für solche Versuche seien hier drei verschiedene Fälle herausgegriffen.

1. Die Bienen waren seit dem 27. 7. 38 auf die Zeiten von 8.30 bis 10.30 Uhr und von 16.30—18.30 Uhr dressiert (Blau als Merkfarbe, Linalool als Dressurduft) und durch den Beobachtungstag am 1. 8. mit Erfolg auf ihr Zeitgedächtnis geprüft worden. Am 4. 8. bestand die Schar noch aus 20 Bienen, die sich morgens zur gewohnten Fütterung einfanden.

Um 14.10 Uhr, also zur ungewohnten Zeit, wurde am Futterplatz Zuckerwasser aufgestellt und mit dem üblichen Duftstoff versehen. Die dressierten Bienen waren sehr ruhig, die meisten saßen ganz still in die Ecken gedrückt. 14.23 Uhr kommt bereits die erste Biene zum Futter, es ist Nr. 34. Kurz darauf tanzt sie im Stock. In den folgenden 20 Min.

vergrößert sich allmählich die Schar am Futterplatz. In dieser Zeit war im Beobachtungsstock fünfmal eine numerierte ruhende Biene mit einer Tänzerin in Berührung gekommen. Alle fünf (es waren die Nummern 5, 11, 15, 18, 21) flogen kurz darauf an das Futterschälchen. Drei ruhende numerierte Bienen, die mit einer Sammlerin in Berührung kamen, während sie gerade nicht tanzte, blieben im Stock (Nr. 21, 37, 29). Eine (Nr. 28) wurde schon durch die Futterabgabe einer nichttanzenden Sammlerin zum Aufsuchen des Futterplatzes veranlaßt.

2. Das gleiche Volk hatte ich 6 Wochen früher auf die Zeit von 8.30 bis 10.30 Uhr dressiert. Die Bienenschar bestand am 21. 6., dem Tag des Alarmierungsversuches, noch aus 14 Bienen. Um 12.10 Uhr wurde das Futter aufgestellt und mit dem für diese Versuchsreihe benutzten Dressurduft, Fenchelöl, versehen. Es dauerte bis 12.31 Uhr, ehe eine Biene, Nr. 6, zum Futterplatz kam. Sie flog nun eine Weile zwischen Stock und Futterplatz hin und her, aber sie blieb trotz eifrigen Tanzens der einzige Gast am Futtergefäß. Sie traf nämlich mit keiner der Bienen aus ihrer Schar zusammen, weil sie sich auf andere Wabenflächen zurückgezogen hatten. Schließlich wurde der Versuch ergebnislos abgebrochen.

3. Eine Schar von Bienen aus dem kleinen Beobachtungsstock war seit dem 14. 9. 38 auf die Zeit von 14—16 Uhr dressiert worden. Am Versuchstag, dem 26. 9., bestand diese Schar noch aus 16 Bienen. Schon um 16.33 Uhr, also eine halbe Stunde nach der Beendigung der üblichen Fütterung, wurde wieder Futter aufgestellt und der bei dieser Dressur verwendete Duftstoff, Fenchelöl, hinzugefügt. Die gezeichneten Bienen saßen auf der Fluglochseite der untersten Wabe. Um 16.35 Uhr kam schon Nr. 8 zum Futter, sie tanzte um 16.37 Uhr bei ihrer Rückkehr im Stock. Um 16.52 Uhr wurde das Futtergefäß weggenommen, weil fast die ganze Schar alarmiert war. In 6 Fällen konnte beobachtet werden, daß eine ruhende gezeichnete Biene mit einer Tänzerin in Berührung kam. Alle 6 Bienen wurden durch den Tanz alarmiert und kamen zum Futterplatz (die Nummern 6, 40, 15, 27, 16 und 29).

Diese drei ausgewählten Beispiele zeigen deutlich, daß die auf Zeit dressierten Bienen auch während der Futterpause sofort alarmiert werden, wenn sie mit einer tanzenden Biene zusammentreffen. Aussicht für eine solche Begegnung besteht aber nur, wenn sich die zeitdressierten Bienen auf der fluglochnahen Wabenfläche aufhalten, wo sich die Tänze abspielen. Sobald sie sich auf entlegene Wabenflächen zurückziehen, werden sie von den Tänzerinnen nicht erreicht.

Im Verhalten der erfolgreich durch Tanz alarmierten Bienen (61 Fälle) zeigen sich Unterschiede. Manche lassen nach einem ein- oder zweimaligen Rundtanz hinter der alarmierenden Tänzerin von der Verfolgung ab, streben ohne Zögern zielsicher zum Flugloch und suchen den Futterplatz auf. Andere zeigen anfangs nur Zeichen von großer Unruhe, sie laufen im Stock umher und folgen manchmal noch einer zweiten Tänzerin, ehe sie sich zum Flugloch begeben. Oft laufen sie selbst dann noch einmal zurück, dann wieder zum Flugloch, bevor sie endlich den Stock verlassen und zum

Futterplatz fliegen. Nur in 10 Fällen kamen durch Tanz alarmierte Bienen *nicht* zum Futter. Das Verhalten dieser Tiere war ebenfalls verschieden, Entweder zogen sie sich nach der Benachrichtigung auf ein stilles Plätzchen zurück und blieben dort ruhig sitzen (4 Fälle), oder sie wurden unruhig, liefen hin und her, begaben sich sogar zum Flugloch, zeigten also ein ganz ähnliches Verhalten wie ein Teil der mit Erfolg alarmierten Bienen, verließen dann aber doch nicht den Stock. Es ist sehr wahrscheinlich, daß solche Bienen bei einer zweiten Benachrichtigung oder schon bei längerer Dauer der Beobachtung doch zum Futter gekommen wäre, denn die Unruhe war ja stets das erste Anzeichen für eine erfolgreiche Alarmierung. Es wurde auch festgestellt, daß Bienen, bei denen eine einmalige Benachrichtigung durch Tanz nicht genügte, um sie zu alarmieren, einer zweiten niemals widerstehen konnten.

Es erhebt sich noch die Frage, ob die Bienen, die sich nach Ablauf der Dressurzeit vom Tanzboden an eine entlegene Stelle zurückgezogen haben und daher von den Tänzerinnen nicht erreicht werden, auf einen Tanz reagieren *würden*, wenn sie dazu Gelegenheit hätten, oder ob sie in ihrer Zurückgezogenheit in einen Zustand der Stumpfheit verfallen. Um dieses zu prüfen, wurde neunmal der Versuch unternommen, eine weit abseits außerhalb des Tanzbereiches sitzende Biene auf den Tanzboden zu übertragen. Sie wurde während eines Alarmierungsversuches mit einer Pinzette vorsichtig am Vorderbein angefaßt und in die Nähe des Fluglochs versetzt. In allen (sechs) Fällen, in denen eine solche versetzte Biene mit einer Tänzerin in Berührung kam, flog sie zum Futterplatz. Wenn keine Tänzerin in ihre Nähe kam oder wenn sie von einer heimkehrenden Genossin nur flüchtig gestreift wurde, kroch sie gewöhnlich langsam über die Wabe hinauf, um wieder einen ruhigen Platz zu erreichen. Manche blieben einfach ruhig sitzen. Jedenfalls kam keine von diesen flüchtig oder überhaupt nicht alarmierten Bienen zum Futterplatz; sie wurden also durch das Versetztwerden allein nicht zum Verlassen des Stockes angeregt.

Aber auch die versetzten Bienen, die erfolgreich alarmiert wurden, zeigten eine unverkennbare Reaktionsträgheit. Selbst wenn die erste Sammlerin, mit der sie zusammenstießen, eifrig tanzte und unsere versetzten Bienen danach deutliche Anzeichen von Unruhe zeigten, so bedurfte es doch stets noch einer zweiten Ermunterung durch eine Tänzerin oder zum mindesten durch eine vorbeistreifende Genossin, ehe sie zum Futter flog.

Man hat also den Eindruck, daß die zurückgezogenen Bienen doch schwerer zu alarmieren seien als die in der Nähe des Flugloches sitzenden. Die Bereitschaft zum Ausfliegen ist bei jenen geringer als bei diesen. Daß sie trotzdem in allen Fällen den Stock verlassen haben und an den Futterplatz gekommen sind, beweist erneut die eindringliche Wirkung der Tänze.

Zusammenfassung.

Die auf ein oder zwei Futterzeiten dressierten Bienen ziehen sich im Stocke während der Futterpausen entweder auf entfernte Wabenflächen oder an den Rand der Fluglochwabe zurück und bleiben dort ruhig

sitzen. Erst beim Herannahen der nächsten Futterzeit nähern sie sich wieder dem Flugloch. Manche Bienen bevorzugen einen ganz bestimmten Ruheplatz.

Mit diesem Verhalten der dressierten Bienen hängt es zusammen, daß Alarmierungsversuche außerhalb der Dressurzeit oft erfolglos sind. Die Tänze spielen sich auf einer bestimmten Wabenfläche in der Nähe des Flugloches ab und lassen jene Bienen unberührt, die sich an entlegene Stellen zurückgezogen haben.

Im Beobachtungsstock läßt sich feststellen, daß jene Bienen, die auf der Tanzfläche sitzen und mit einer Tänzerin in Berührung kommen, auch zur Zeit der Futterpause auf den Tanz ansprechen und sogleich den Futterplatz aufsuchen.

Bienen, die sich in der Futterpause an entlegene Stellen zurückgezogen haben, lassen sich gleichfalls durch die Tänzerin alarmieren, wenn man sie vorsichtig auf den „Tanzboden" überträgt und so den Kontakt mit einer Tänzerin herbeiführt. Es ist aber bei ihnen die Reaktionsbereitschaft etwas herabgesetzt.

Kontrollversuche haben gezeigt, daß nach gelungener Zeitdressur der im Beobachtungsstock festgestellte Rückzug an entlegene Stellen zur Zeit der Futterpause auch in normalen Bienenstöcken grundsätzlich in gleicher Weise stattfindet.

Literaturverzeichnis.

Beling, I.: Über das Zeitgedächtnis der Bienen. Z. vergl. Physiol. **9** (1929). — **Frisch, K. v.:** Über die Sprache der Bienen. Zool. Jb. **40** (1923). — **Kleber, E.:** Hat das Zeitgedächtnis der Bienen biologische Bedeutung? Z. vergl. Physiol. **22** (1935). — **Wahl, O.:** Neue Untersuchungen über das Zeitgedächntis der Bienen. Z. vergl. Physiol. **16** (1932). — Beitrag zur Frage der biologischen Bedeutung des Zeitgedächtnisses der Bienen. Z. vergl. Physiol. **18** (1933).

Lebenslauf

Ich, Ilse Körner wurde am 16. Februar 1914 in Köln-Deutz als Tochter des damaligen Volksschullehrers Carl Körner und seiner Frau Katharina, geb. Prott, geboren. Von meinem 6.Lebensjahr an besuchte ich die Volksschule, im Alter von 9 Jahren kam ich auf das Lyzeum und später auf die realgymnasiale Studienanstalt der Ursulinen in Köln, die ich Ostern 1933 nach bestandener Reifeprüfung verließ. Ich studierte dann Naturwissenschaften an den Universitäten Köln, Berlin und München. Hier erhielt ich im Sommersemester 1937 von Herrn Professor Dr. K.v. F r i s c h das Thema zu der vorliegenden Arbeit. Im Mai 1939 bestand ich das Doktorexamen in den Fächern Zoologie, Chemie und Physiologie.